

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-182267

(43)Date of publication of application : 12.07.1996

(51)Int.Cl.

H02K 15/03

H02K 1/27

H02K 21/14

(21)Application number : 06-336480

(71)Applicant : YASKAWA ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 22.12.1994

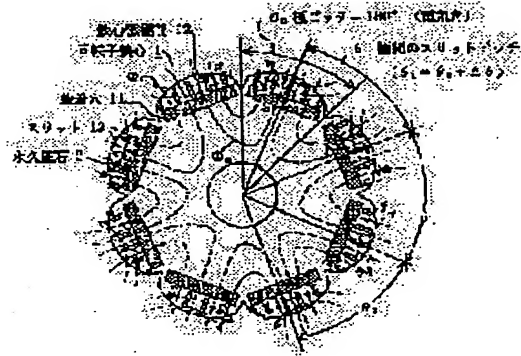
(72)Inventor : KAJIMOTO KOJI

## (54) PERMANENT MAGNET TYPE ROTOR

## (57)Abstract:

PURPOSE: To divide a magnetic circuit created by the reaction of armature and form a smooth curve shape for the magnetic flux distribution of the gap magnetic flux created by slits by providing an angle of deviation in a peripheral direction between slits of adjacent core magnetic pole portions, which is equal to a value obtained by dividing the pitch (electrical angle) of slits inside one pole by the number of core magnetic pole portions.

CONSTITUTION: When providing five ( $N=5$ ) slits 13 respectively in each core magnetic pole portion in a perpendicular direction to the outer periphery of a stator 1 along a magnetic circuit  $\Phi$  created from a magnetic pole surface of a permanent magnet 2, a pitch  $p$  of the slit 13 inside the one pole becomes  $180$  degrees/ $(N+1)=30$  degrees in electrical angle. Here, if the number of the core magnetic pole portions 12 is given by  $P=8$ , then said portions are arranged by deviating by  $\Delta\theta=p/P=30$  degrees/ $8=3.75$  degrees in electrical angle for neighboring pole respectively. By doing this, the magnetic circuit  $\Phi$  created by the reaction of the armature is divided, magnetic flux distribution of gap magnetic flux is formed to a smooth curve shape in order to avoid the overlap of the position of slits 13 of each core magnetic pole portion 12 by the same electrical angle, and higher harmonics components of induced voltage waveform are reduced.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

28.02.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3424774

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-182267

(43) 公開日 平成8年(1996)7月12日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 K 15/03	A			
1/27	5 0 1 A			
21/14	M			

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平6-336480  
(22) 出願日 平成6年(1994)12月22日

(71) 出願人 000006622  
株式会社安川電機  
福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号  
(72) 発明者 梶本 浩二  
福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号  
株式会社安川電機内

(54) 【発明の名称】 永久磁石形回転子

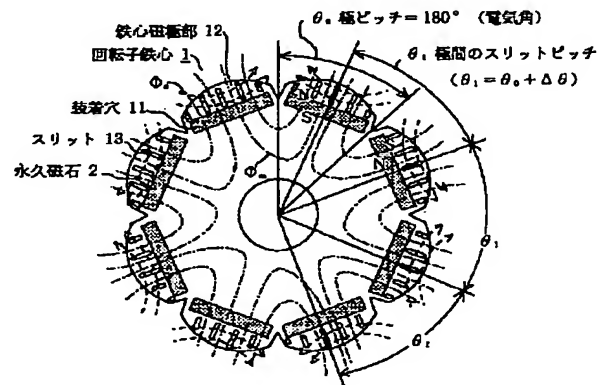
(57) 【要約】

【目的】 磁束分布の歪みを小さくし、トルクリップルの少ない永久磁石形回転子を提供する。

【構成】 回転子鉄心1の円周方向に等間隔に回転子の極数の個数設けた装着穴11と、装着穴11に装着した永久磁石2と、永久磁石2の磁極面と回転子鉄心1の外周との間に形成した鉄心磁極部12と、永久磁石2の外周側の磁極面から生じる磁気回路に沿って鉄心磁極部12に形成したスリット13とを備えた永久磁石形回転子において、永久磁石2の磁極面を径方向に向けて配置し、極ピッチを $\theta_0$ 、1極のスリット数をN、1極内のスリットのピッチをp(電気角)、鉄心磁極部の数をP、隣接する鉄心磁極部のスリットとの周方向のずれ角を $\Delta\theta$ (電気角)、隣接する鉄心磁極部のスリットとの極間のスリットピッチを $\theta_1$ としたとき、

$\theta_1 = \theta_0 + \Delta\theta$ 、

ただし、 $\Delta\theta = p / P = 180^\circ / \{ (N+1) \cdot P \}$ の関係になる位置にスリット13を設けたものである。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転子鉄心の円周方向に等間隔に回転子の極数の個数設けた装着穴と、前記装着穴に装着した永久磁石と、前記永久磁石の磁極面と前記回転子鉄心の外周との間に形成した鉄心磁極部と、前記永久磁石の外周側の磁極面から生じる磁気回路に沿って前記鉄心磁極部に形成したスリットとを備えた永久磁石形回転子において、前記永久磁石の磁極面を径方向に向けて配置し、極ピッチを $\theta_0$ 、1極のスリット数を $N$ 、1極内のスリットピッチを $p$ （電気角）、鉄心磁極部の数を $P$ 、隣接する鉄心磁極部のスリットとの周方向のずれ角を $\Delta\theta$ （電気角）、隣接する鉄心磁極部のスリットとの極間のスリットピッチを $\theta_1$ としたとき、  
 $\theta_1 = \theta_0 + \Delta\theta$ 、  
 ただし、 $\Delta\theta = p/P = 180^\circ / \{(N+1) \cdot P\}$ の関係になる位置に前記スリットを設けたことを特徴とする永久磁石形回転子。

【請求項 2】 前記装着穴の個数を回転子の極数の $1/2$ として、隣接する前記装着穴の間に永久磁石を有しない鉄心磁極部を設け、前記装着穴に装着した永久磁石の内側の磁極面から磁気回路に沿って湾曲して隣接する前記永久磁石を有しない鉄心磁極部の外周に向かうスリットを設けた請求項 1 記載の永久磁石形回転子。

【請求項 3】 前記スリットの湾曲した最も回転子の中心に近い部分に、隣接する鉄心磁極部を接続する接続部を設けた請求項 2 記載の永久磁石形回転子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、回転子鉄心の中に永久磁石を備えた電動機の永久磁石形回転子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、回転子鉄心の中に複数の永久磁石を備えた電動機の永久磁石形回転子は、円筒状の回転子鉄心の外周付近の円周方向に等間隔に装着穴を設け、その装着穴に永久磁石を装着してある。永久磁石の $N$ 、 $S$ の両磁極面または一方の磁極面に密着する鉄心部分に鉄心磁極部を形成し、回転子鉄心の外周に永久磁石が生成する $N$ 、 $S$ の鉄心磁極部を円周方向に交互に形成してある。鉄心磁極部には空隙を介して対向する電機子の磁束によって電機子反作用の磁気回路が生じる。この電機子反作用により、鉄心磁極部を通る磁束の流れが歪められ、電動機の出カトルクにトルクリップルを発生する。この電機子反作用を弱めるため、例えば 8 極の回転子では図 5 に示すように構成されている。1 は回転子鉄心、11 は回転子鉄心 1 に円周方向に等間隔に設けた 8 個の装着穴、12 は装着穴 11 と回転子鉄心 1 の外周との間に形成した鉄心磁極部（磁極番号①～⑧）である。2 は装着穴 11 に装着した永久磁石である。13 は鉄心磁極部 12 に設けられ、永久磁石 2 の磁極面から生じる磁気回路 $\Phi_a$ に沿って、回転子鉄心 1 の外周に対してほぼ直

2

角方向に伸びるスリットで、電機子反作用によって生じる破線で示すような磁気回路 $\Phi_a$ を分断するように、同数のスリットをほぼ等間隔に設けてある。（例えば、実開昭 62-104560 号、実開平 5-9147 号）。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、従来技術では、各鉄心磁極部に設けたスリットが磁極間で同じ位置に設けてあるため、スリットのある同じ電気角の位置で空隙磁束密度が低下し、図 6 に示すように、磁束分布に歪みが生じる。したがって、誘起電圧波形に高調波成分が生じ、トルクリップルの原因となり、電動機の応答性やトルク特性が低下するという問題があった。本発明は、スリットの配置を改善して磁束分布の歪みを小さくし、トルクリップルの少ない永久磁石形回転子を提供することを目的とするものである。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 上記問題を解決するため、本発明は、回転子鉄心の円周方向に等間隔に回転子の極数の個数設けた装着穴と、前記装着穴に装着した永久磁石と、前記永久磁石の磁極面と前記回転子鉄心の外周との間に形成した鉄心磁極部と、前記永久磁石の外周側の磁極面から生じる磁気回路に沿って前記鉄心磁極部に形成したスリットとを備えた永久磁石形回転子において、前記永久磁石の磁極面を径方向に向けて配置し、極ピッチを $\theta_0$ 、1極のスリット数を $N$ 、1極内のスリットピッチを $p$ （電気角）、鉄心磁極部の数を $P$ 、隣接する鉄心磁極部のスリットとの周方向のずれ角を $\Delta\theta$ （電気角）、隣接する鉄心磁極部のスリットとの極間のスリットピッチを $\theta_1$ としたとき、

$$\theta_1 = \theta_0 + \Delta\theta、$$

ただし、 $\Delta\theta = p/P = 180^\circ / \{(N+1) \cdot P\}$ の関係になる位置に前記スリットを設けたものである。また、前記装着穴の個数を回転子の極数の $1/2$ として、隣接する前記装着穴の間に永久磁石を有しない鉄心磁極部を設け、前記装着穴に装着した永久磁石の内側の磁極面から磁気回路に沿って湾曲して隣接する前記永久磁石を有しない鉄心磁極部の外周に向かうスリットを設けたものである。また、前記スリットの湾曲した最も回転子の中心に近い部分に、隣接する鉄心磁極部を接続する接続部を設けたものである。

## 【0005】

【作用】 上記手段により、回転子鉄心の中に設けた永久磁石から生じる磁気回路に沿って、永久磁石の磁極面から回転子鉄心の外周に向かって伸びるスリットを鉄心磁極部に設け、そのスリットの極間のピッチをずらしてあるので、電機子反作用によって生じる磁気回路を分断するとともに、各鉄心磁極部のスリットの位置が同じ電気角で重なることがなく、スリットによって生じる磁束の歪みは同じ電気角で重畳されずに円周方向に分散され、スリットによって生じる空隙磁束の磁束分布は、円滑な

3

曲線状となり、歪みが極めて小さくなる。

#### 【0006】

【実施例】以下、本発明を図に示す実施例について説明する。図1は本発明の第1の実施例を示す正面図で、8極の永久磁石形回転子を示している。図2はその空隙磁束の磁束分布を示す説明図である。図において、1は回転子鉄心、11は回転子鉄心1に円周方向に等間隔に設けた極数だけ設けた8個の装着穴、12は装着穴11と回転子鉄心1の外周との間に形成した鉄心磁極部（磁極番号①～⑧）で、極ピッチ $\theta_0$ は電気角で $180^\circ$ である。2は装着穴11に装着した永久磁石で、径方向にNまたはS磁極が向くように配置してある。13は鉄心磁極部12に設け、永久磁石2の磁極面から生じる磁気回路 $\Phi_a$ に沿うように回転子鉄心1の外周に対してほぼ直角方向に伸びるスリットである。スリット13の数Nは、各鉄心磁極部12の中にそれぞれ5本設けてあり、1極内のスリットのピッチpは電気角で $180^\circ / (N + 1)$ で設けてある。この場合、 $p = 180^\circ / (5 + 1) = 30^\circ$ となっている。また、鉄心磁極部12の数をPとすると、隣接する極ごとに、電気角でずれ角 $\Delta\theta = 30^\circ / P$ だけずらしてある。この場合、 $30^\circ / 8 = 3.75^\circ$ となっている。したがって、隣接する鉄心磁極部12のスリット13との極間のスリットピッチ $\theta_1$ は、 $\theta_1 = \theta_0 + \Delta\theta = 180 + 3.75 = 183.75^\circ$ となっている。このようなスリットの構成により、電機子反作用によって生じる破線で示すような磁気回路 $\Phi_a$ を分断するとともに、各鉄心磁極部のスリットの位置が同じ電気角で重なることがなく、スリットによって生じる磁束の歪みは同じ電気角で重畳されずに円周方向に分散されるので、スリットによって生じる空隙磁束の磁束分布は、図2に示すように、円滑な曲線状となり、歪みが極めて小さくなる。

【0007】図3は本発明の第2の実施例を示す正面図で、8個の鉄心磁極部12のうち、一極置きに4個の鉄心磁極部12に永久磁石2を設け、各永久磁石2の外周側をNまたはS極の同極とし、他の4個の鉄心磁極部12'には永久磁石を設けず、隣接する永久磁石2の内側から出る磁束を通すようにして、回転子鉄心1の外周に交互に異極を配列した8極の回転子を形成したものである。この場合、永久磁石2を設けた鉄心磁極部12には外周に対してほぼ直角方向に伸びるスリット13を設け、永久磁石2の無い各鉄心磁極部12'には、隣接する鉄心磁極部12に設けた永久磁石2から出る磁気回路

4

に沿って、外周から内側に向かって伸び、湾曲して隣接する永久磁石2の内側の磁極に近づくようにスリット13'を設けてある。永久磁石のある鉄心磁極部12と永久磁石の無い鉄心磁極部12'にそれぞれ設けたスリット13、13'の隣接する鉄心磁極部12のスリット13との極間のスリットピッチ $\theta_1$ は、第1の実施例と同じく、 $\theta_1 = \theta_0 + \Delta\theta = 180 + 3.75 = 183.75^\circ$ となっている。したがって、スリットによって生じる磁束の歪みは同じ電気角で重畳されずに円周方向に分散されるので、スリットによって生じる空隙磁束の磁束分布は、第1の実施例と同じく、円滑な曲線状となり、歪みが極めて小さくなる。図4は本発明の第3の実施例を示す正面図で、第2の実施例において、永久磁石の無い鉄心磁極部12'に設けたスリット13'の湾曲して最も回転子の中心に近い部分に、隣接する鉄心磁極部12、12'を接続する接続部14を設けたものである。この構成により、永久磁石を設けない鉄心磁極部の遠心力に対する強度を増すことができる。なお、上記実施例では8極の場合について説明したが、磁極の数は8極に限るものではない。

#### 【0008】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、回転子鉄心の中に設けた永久磁石から生じる磁気回路に沿って、永久磁石の磁極面から回転子鉄心の外周に向かって伸びるスリットを鉄心磁極部に設け、そのスリットの極間のピッチをずらすことにより、空隙磁束の磁束分布を円滑な曲線状として、歪みを極めて小さくしているので、誘起電圧波形の高調波成分を減少させ、トルクリップルの少ない永久磁石形回転子を提供できる効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施例を示す正面図である。

【図2】 本発明の実施例の磁束分布を示す説明図である。

【図3】 本発明の第2の実施例を示す正面図である。

【図4】 本発明の第3の実施例を示す正面図である。

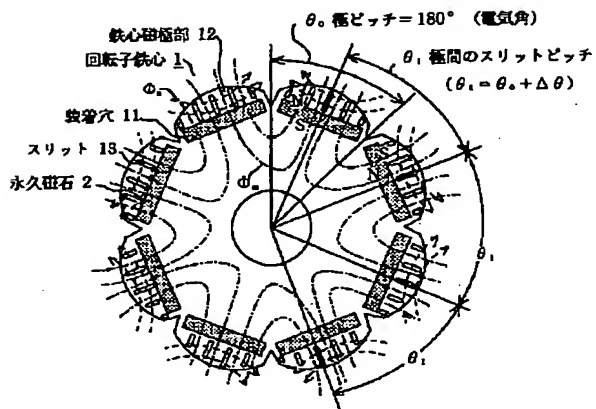
【図5】 従来例を示す正面図である。

【図6】 従来例の磁束分布を示す説明図である。

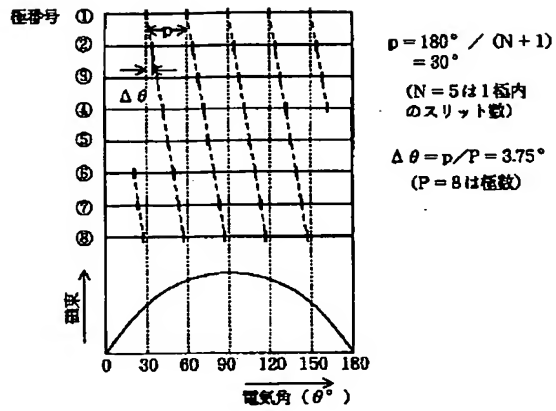
#### 【符号の説明】

1 回転子鉄心、11 装着穴、12、12' 鉄心磁極部、13、13' スリット、14 接続部、2 永久磁石

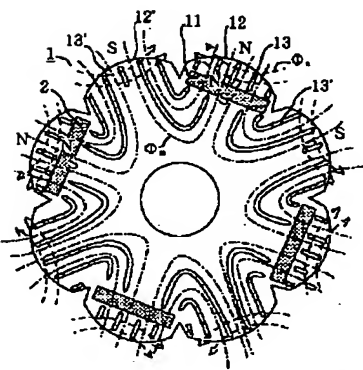
【図1】



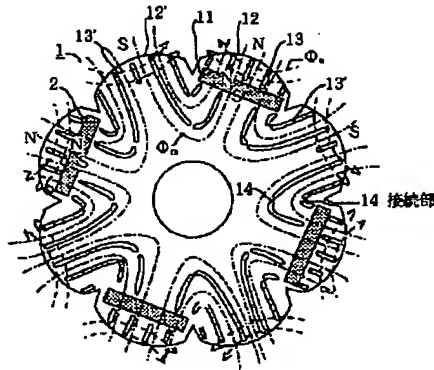
【図2】



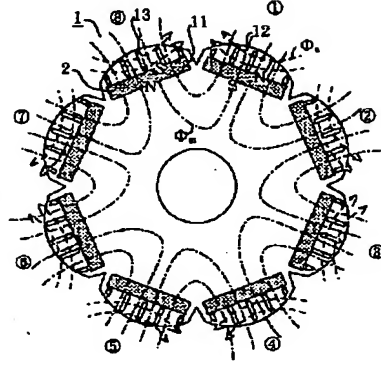
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

